

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号：25-60

補助事業名：平成25年度地球温暖化対策等に貢献するエンジニアリング調査研究補助事業

(事業項目名：①沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリング技術に関する調査研究)

補助事業者名：一般財団法人エンジニアリング協会

### 1 補助事業の概要

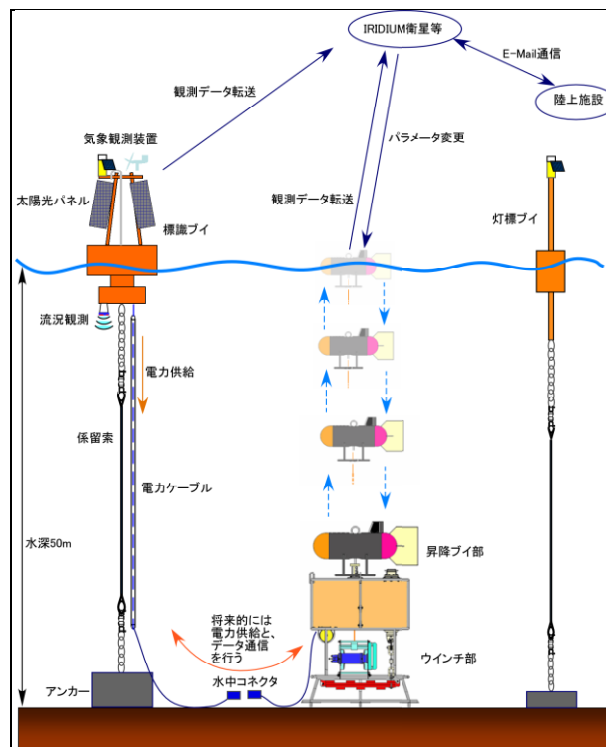
#### (1) 事業の目的

沿岸域においては、底質や淡水の流入、生物活動によってCO<sub>2</sub>の鉛直分布が大きく変化する。そのため、沿岸域における温暖化ガスの挙動を正確に捉えるためには、鉛直方向の濃度変化を連続的に観測し、時空間的な評価を行う必要があった。しかしながら、国内では一部表層の観測例はあるものの、鉛直・連続観測の事例はなく、新たな観測システムの開発が望まれていた。本調査研究では、沿岸域におけるこのような観測を可能とするためのモニタリングシステムの開発を目的としている。

#### (2) 実施内容 (<http://www.ena.or.jp/jka-subsidy-business/h25>)

##### ①沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリング技術に関する調査研究

沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリングに関する技術を調査するため、文献やインターネット、メーカーのカタログ等で情報を収集するとともに、有識者へのヒアリングを行い、沿岸域を対象とした海水中の二酸化炭素分圧の連続モニタリングシステムについて整理を行い、連続モニタリングシステムの概念設計を行った。



沿岸CO<sub>2</sub>鉛直連続モニタリングシステム概念図

## ②委員会の開催状況

第1回沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリング技術調査研究委員会開催

(平成25年9月3日)

第2回沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリング技術調査研究委員会開催

(平成25年12月18日)

第3回沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリング技術調査研究委員会開催

(平成26年2月17日)



(平成25年9月3日)



(平成25年12月18日)



(平成26年2月17日)

委員会開催風景

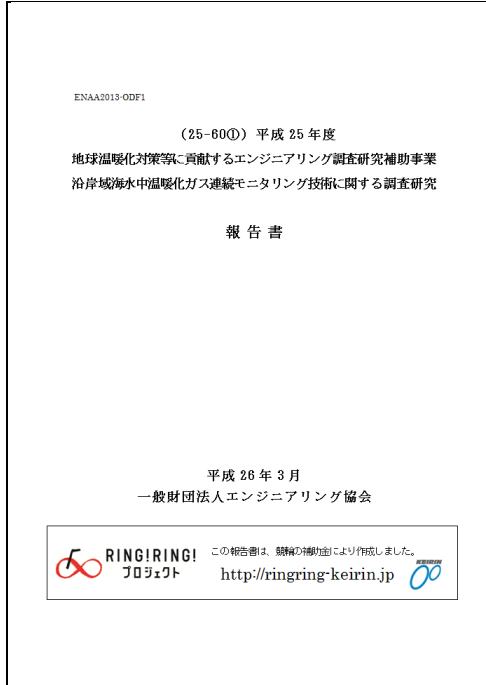
## 2 予想される事業実施効果

本システムは国土交通省の既存の海洋環境監視モニタリングポストに適用でき、水温、塩分、溶存酸素等の環境項目と合わせて温室効果ガスを観測することで、港湾海域の地球温暖化への寄与度を評価できる。また、海洋酸性化の環境影響を把握するには、海水中のpHとCO<sub>2</sub>の観測が必要であるが、現状ではpHの観測のみであり、本システムによりpHとCO<sub>2</sub>の連続観測を実現できる。さらに、海底下二酸化炭素貯留(CCS)事業では、海底からのCO<sub>2</sub>漏洩監視が必須となっており、pHとCO<sub>2</sub>濃度変化を観測することでより厳密な監視が可能となる。

### 3 補助事業に係る成果物 (<http://www.ena.or.jp/jka-subsidy-business/h25>)

#### (1) 補助事業により作成したもの

#### 沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリング技術に関する調査研究報告書 (印刷物)



表紙

平成 25 年度 地球温暖化対策等に貢献するエンジニアリング調査研究補助事業 沿岸域海水中温暖化ガス連続モニタリング技術に関する調査研究 目次	
序	i
委員名簿	ii
目次リスト	vi
1章 はじめに	1
1.1 海水中に溶存する CO <sub>2</sub> と海洋酸性化について	1
1.2 プルーラーボシのメカニズムと考え方	3
1.3 沿岸域において CO <sub>2</sub> をモニタリングする意義と技術開発の必要性	4
1.4 調査概要	5
2章 海水中の温室効果ガス測定技術に関する調査	6
2.1 海水中の温室効果ガス測定技術の概要	6
2.1.1 CO <sub>2</sub> センサー	7
2.1.1.1 pH CO <sub>2</sub> /ハイブリッドセンサー	7
2.1.1.2 SAM-CO <sub>2</sub>	9
2.1.1.3 Hydro-CO <sub>2</sub>	10
2.1.1.4 PSI CO <sub>2</sub> -pro	11
2.1.1.5 MAPCO <sub>2</sub>	12
2.1.1.6 CO <sub>2</sub> Optode	13
2.1.1.7 ISFET pH/O <sub>2</sub> センサー	14
2.1.2 N <sub>2</sub> Oセンサー	15
2.1.2.1 Umissa マイクロ N <sub>2</sub> Oセンサー	15
2.1.3 CH <sub>4</sub> センサー	16
2.1.3.1 METS メタンセンサー	16
2.1.3.2 Hydro-CH <sub>4</sub>	17
2.1.4 水中質量分析センサー (UWMS: Under Water Mass Spectrometer)	18
2.1.4.1 NEREUS	18
2.1.4.2 Inspect200-200	19
2.1.5 その他のセンサー	20
2.1.5.1 栄養塩センサー	20

目次1/3

2.1.5.2 pHセンサー	21
2.1.5.3 DOセンサー	23
2.2 自動モニタリングが可能な測定技術の調査	26
2.2.1 オイラー型測定技術	26
2.2.1.1 衛星プッシュシステム	26
2.2.1.2 モニタリングホスト	29
2.2.1.3 自動昇降装置	31
2.2.2 ラグランジュ型測定技術	35
2.2.2.1 漂流ブイ	35
2.2.2.2 アルゴシステム	37
2.2.2.3 AUV	39
2.2.2.4 水中グライダー	41
3章 沿岸域海水中の温室効果ガス収支把握に必要な情報に関する調査	43
3.1 沿岸域における物質循環	43
3.2 沿岸域の CO <sub>2</sub> に関する年収支把握に必要な情報	46
3.2.1 連続観測施設	46
3.2.2 船載観測施設	46
3.2.3 搭載センサー	47
3.2.4 他機関との連携	47
4章 モニタリングシステムの概念設計	48
4.1 自動モニタリングシステムの仕様	48
4.1.1 昇降型の利点と課題	54
4.1.1.1 昇降型の利点	54
4.1.1.2 昇降型の課題	55
4.1.2 ブイ型の利点と課題	55
4.1.2.1 ブイ型の利点	56
4.1.2.2 ブイ型の課題	57
4.2 自動モニタリングシステムの概念設計	58
4.2.1 自動モニタリングシステムの概念設計	58
4.2.2 船上試験対象海域に関する情報の収集	63
5章 モニタリングシステムの運用	70

目次2/3

6章 今後の展開	76
6.1 次年度の実施項目	76
6.1.1 利権海域の設定	76
6.1.2 プロファイラの検討	76
6.1.3 漂流ブイの検討	77
6.1.4 搭載センサーの選定と観測要素の確認	77
6.1.5 データ通信に関する検討	77
6.1.6 メンテナンスの検討	77
6.1.7 観測要素の検討	78
6.2 3年目の実施内容	78
6.2.1 3年目の実施内容 (試設計)	78
6.2.2 4年目の実施内容 (試作機の製作)	78
6.2.3 5年目の実施内容 (実証実験)	78
6.3 予証獲得への働きかけ	79
参考文献リスト	80
別添資料	

目次3/3

(2) (1) 以外当事業において作成したもの  
なし

4 事業内容についての問い合わせ先

団体名： 一般財団法人エンジニアリング協会  
(イッパンザイダンハウジンエンジニアリングキョウカイ)

住所： 〒105-0001 (半角)  
東京都港区虎ノ門3-18-19 (虎ノ門マリンビル10階)

代表者： 理事長 高橋 誠 (タカハシ マコト)

担当部署： 総務部

担当者名： 部長代理 宮島 信一 (ミヤジマ シンイチ)

電話番号： 03-5405-7201

F A X : 03-5405-8201

E-mail : miyajima@ena.or.jp

URL : <http://www.ena.or.jp>

【補助事業概要の広報資料】

整理番号 : 25-60

補助事業名 : 平成25年度 地球温暖化対策等に貢献するエンジニアリング  
調査研究補助事業

(事業項目名 : ②CO<sub>2</sub>地中中和処理の研究)

補助事業者名 : 一般財団法人エンジニアリング協会

1 補助事業の概要

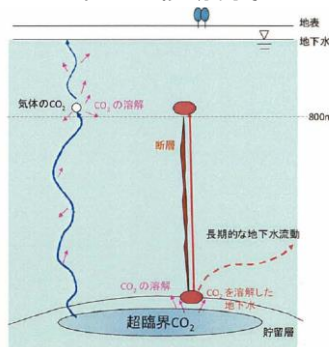
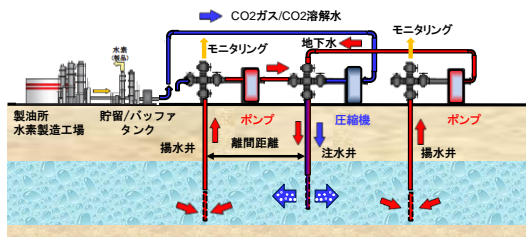
(1) 事業の目的

CO<sub>2</sub>を削減する新たな技術として、地下水利用の及ばない深部の石灰岩層内において、ボーリングを通じて、マイクロバブルによって直接CO<sub>2</sub>を溶解させた溶解水を圧入して石灰岩盤層を中和槽化させることを目的とする。

(2) 実施内容 (<http://www.ena.or.jp/jka-subsidy-business/h25>)

本年度は、我が国における対象岩盤の分布とそのCO<sub>2</sub>中和処理能力量の検討、閉鎖系室内実験を実施してCO<sub>2</sub>溶解速度を予測したほか、CO<sub>2</sub>溶解水の地盤中への移動現象についても既存解析コードによるシミュレーションなどで分析し、その結果をまとめた。

①CO<sub>2</sub>地中中和処理 (URL)



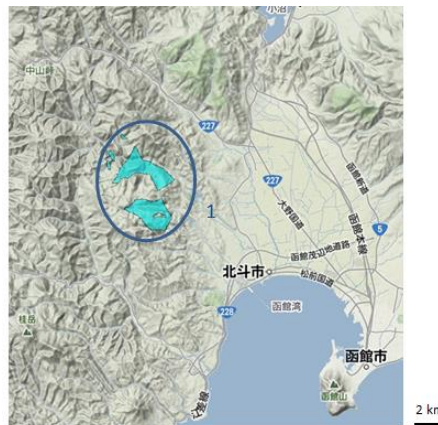
CO<sub>2</sub>地中中和処理システムのコンセプト

貯留したCO<sub>2</sub>の上方移行と地化学概念モデル

②我が国における対象岩盤の分布とCO<sub>2</sub>中和処理能力容量の検討



国内の主要な石灰岩の分布

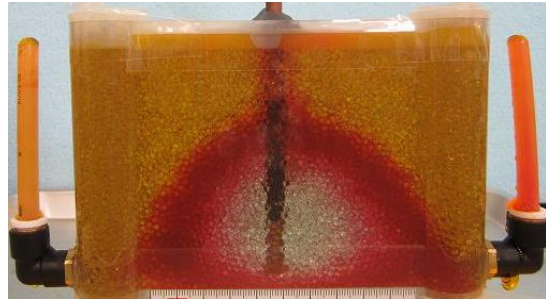


北斗地域における石灰岩の分布

③CO2 中和処理のための流量制御の検討

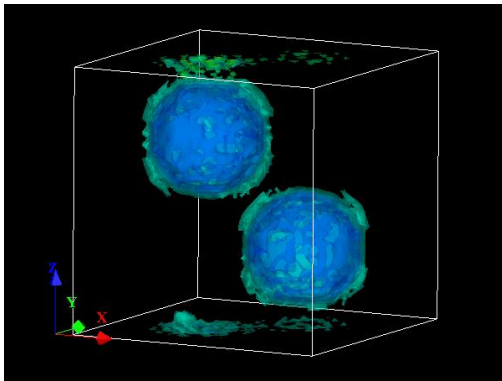


閉鎖系実験装置全体

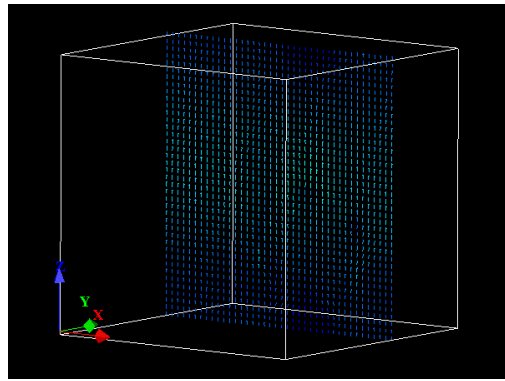


模擬地盤への注入実験 (60sec)

④既存解析コードによるシミュレーション



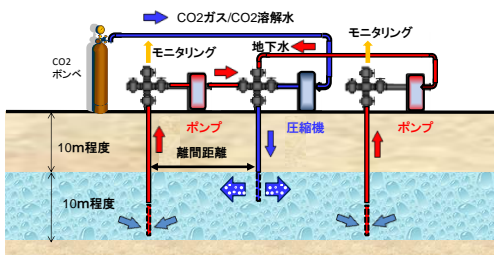
(120 ステップ 後の気泡)



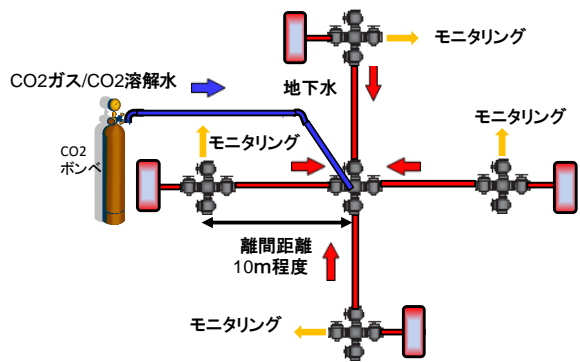
(120 ステップ 後の流れ場)

岩盤中のマイクロバブルの数値シミュレーション結果

⑤原位置小規模試験計画の策定



(鉛直断面)



(平面図)

原位置試験概略図

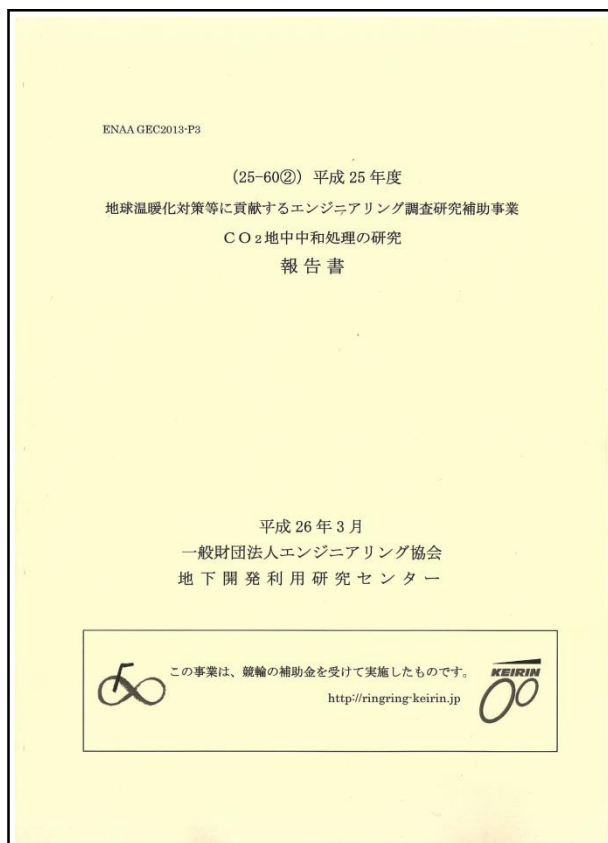
## 2 予想される事業実施効果

現在、経済産業省は、温室効果ガス削減の実証実験に向けた動きを加速しており、枯竭ガス田または、深部塩水層でのCO<sub>2</sub>地中貯留（CCS）技術は、既に、大規模実証試験の段階にあるが、本研究による中和処理システム技術は、国内にある地質条件に適用可能と考えられ、アルカリ水存在下においてCO<sub>2</sub>の中和化によるCO<sub>2</sub>削減を図る環境対策として世界初の試みである。実現可能となれば、比較的輸送コスト負担の大きい小中規模排出源にとって輸送コスト削減につながる大きなメリットがあり、環境負担の少ない地中処理技術である。実現可能とする段階に持ち込むことは社会的に大いに有意義であり、ここに、追従を許さない先導性があり、国際的、社会的ニーズに適合する革新的な技術と言えるものと確信する。

## 3 補助事業に係る成果物 (<http://www.ena.or.jp/jka-subsidy-business/h25>)

### (1) 補助事業により作成したもの

#### CO<sub>2</sub>地中中和処理の研究報告書



**平成 25 年度  
CO<sub>2</sub> 地中中和処理に関する研究報告書  
目 次**

<b>第 1 章 調査研究の概要</b> .....	1
1.1 背景と目的.....	1
1.2 調査研究の進め方.....	1
1.3 調査内容と成果概要.....	2
1.3.1 我が国の炭酸塩岩類の分布と中和処理能力の検討.....	3
1.3.2 CO <sub>2</sub> 中和処理のための流量制御の検討.....	3
1.3.3 既存解析コードによるシミュレーション.....	5
1.3.4 原位置小規模実験計画の策定.....	5
<b>第 2 章 CO<sub>2</sub> 地中中和処理</b> .....	7
2.1 はじめに.....	7
2.2 CO <sub>2</sub> マイクロバブル地中中和システム.....	8
2.3 マイクロバブルによる CO <sub>2</sub> の溶解.....	13
2.4 炭酸塩の溶解平衡.....	19
2.5 CO <sub>2</sub> 地中中和処理システムの周辺環境への影響の検討.....	32
2.5.1 CO <sub>2</sub> 漏洩による影響.....	32
2.5.2 法規制.....	34
<b>第 3 章 我が国における対象岩盤の分布と CO<sub>2</sub> 中和処理能力容量の検討</b> .....	35
3.1 我が国の石灰質岩類の全国的分布および深度分布の調査.....	35
3.2 候補堆積層における炭酸塩鉱物量.....	47
<b>第 4 章 CO<sub>2</sub> 中和処理のための流量制御の検討</b> .....	51
4.1 地中中和の歴史.....	51
4.2 閉鎖系室内実験による中和処理速度と溶出成分の分析.....	52
4.2.1 試料の物理特性.....	52
4.2.2 間隙構造の分析と幾何表面積.....	54
4.2.3 鉱物組成および化学組成.....	56
4.2.4 CO <sub>2</sub> 溶解水.....	59
4.2.5 バッチ試験（静置）の方法と結果.....	61
4.2.6 バッチ試験（攪拌）の方法と結果.....	65
4.2.7 人工物による溶解試験.....	72
4.2.8 CO <sub>2</sub> 分圧 0.1 気圧バッチ試験の方法と結果.....	74
4.2.9 通液試験.....	78

4.2.10 CO <sub>2</sub> 地中中和模型実験.....	95
4.3 中和処理能力の予測.....	99
4.4 中和処理の課題.....	102
4.4.1 中和処理の課題の抽出.....	102
4.4.2 中和処理の課題解決の一手法.....	102
<b>第 5 章 既存解析コードによるシミュレーション</b> .....	111
5.1 二酸化炭素地中貯留への地下水流動・化学反応連成シミュレーションの適用.....	111
5.2 岩盤中のマイクロバブルの挙動解析.....	125
<b>第 6 章 原位置小規模試験計画の策定</b> .....	129
6.1 炭酸塩岩類岩盤における注入実験計画の策定.....	129
6.2 モニタリング手法の検討.....	130
<b>第 7 章 まとめ</b> .....	133
6.1 CO <sub>2</sub> 地中中和システムのまとめと課題.....	133
6.2 CO <sub>2</sub> 地中中和システムにおける今後の課題.....	134

2) (1) 以外で当事業において作成したもの  
なし

**4 事業内容についての問い合わせ先**

団 体 名： 一般財団法人エンジニアリング協会

住 所： 〒105-0001

東京都港区虎ノ門3-18-19（虎ノ門マリビル10階）

代 表 者： 理事長 高橋 誠（タカハシ マコト）

担当部署： 総務部

担当者名： 部長代理 宮島 信一（ミヤジマ シンイチ）

電話番号： 03-5405-7201

F A X： 03-5405-8201

E-mail： miyajima@ena.or.jp

U R L： http://www.ena.or.jp